

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 195 33 507 A 1

⑤1 Int. Cl. 6:  
H 04 J 13/00  
H 04 Q 7/20  
H 04 L 12/56  
H 04 J 3/22  
H 04 B 7/26

⑳ Aktenzeichen: 195 33 507.4  
㉔ Anmeldetag: 4. 9. 95  
㉕ Offenlegungstag: 6. 3. 97

㉗ Anmelder:  
Neuß, Hartmut, Dipl.-Ing., 12619 Berlin, DE

㉚ Erfinder:  
Erfinder wird später genannt werden

㉞ Entgegenhaltungen:  
US 54 06 550  
US 52 99 228  
US 52 85 469

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

㉝ Multiplex-, Zugriffs- und Duplexverfahren für ein zellulares Funksystem

㉞ Systeme zum funkgestützten Anschluß von stationären Fernmeldeteilnehmern an die öffentlichen Fernmeldenetze sind inzwischen vielfältig im Einsatz und haben den Charakter von Übergangslösungen für den Zeitraum bis zur Nachrüstung von Kabelverbindungen verloren. Mit wachsender Akzeptanz steigen auch die Anforderungen an diese Systeme dahingehend, daß neben der Sprachkommunikation auch die Unterstützung höherwertiger Dienste wie Schmalband-ISDN und Elemente des Breitband-ISDN, Unterstützung der Anschaltung an verschiedene "... Area Networks" und unspezifischer Serviceanbieter gefordert werden. Damit ergibt sich als Problemstellung, daß nach Möglichkeit unterschiedlichste Netz-, Signalisierungs- und Diensttypen und Datenraten über ein System zu vermitteln sind und dieses System zusätzlich noch ein Air Interface zu bedienen hat.

Für dieses Air Interface kommt ein CDM/CDMA-Verfahren zum Einsatz, das mit einer Vielzahl von identischen Kanälen mit einer Übertragungsrate arbeitet, die der hauptsächlichsten Anwendung mit einer Standardübertragungsrate entspricht. Höherwertige Verbindungen werden dadurch realisiert, daß eine Mehrkanalzuweisung erfolgt. Die Tatsache, daß hierfür vorgesehene Teilnehmerfunkgeräte über mehrere parallel arbeitende CDMA Empfangs-/Sendeeinrichtungen verfügen müssen, ist kein Nachteil, da durch entsprechende Großintegration effektive Lösungen möglich sind. Die in der vorliegenden Patentschrift beschriebene Lösung geht von der Nutzung des ATM ...

DE 195 33 507 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen  
BUNDESDRUCKEREI 01. 97 602 070/581

14/23

DE 195 33 507 A 1

Die Erfindung betrifft ein Multiplex-, Zugriffs- und Duplexverfahren und Einrichtungen zur Realisierung des Verfahrens für ein zelluläres Funksystem gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Multiusersysteme zum funkgestützten Anschluß von Fernmeldeteilnehmern an die öffentlichen Fernmelde-netze sind vielfältig im Einsatz. Hierbei handelt es sich vor allem um Mobilfunknetze, Checkernetze, Netze auf der Basis der Technik schnurloser Telefone (insbesondere auch Netze auf der Basis des DECT Standards), Netze der Kategorie "Wireless Local Loop" ("Fixed Radio Access") und Rural Networks. Die bestehenden Systeme sind darauf ausgerichtet, Sprachdienste bereitzustellen und solche Datendienste zu integrieren, die in einem für Sprachdienste ausgelegten Kanal übertragbar sind.

Damit genügen bestehende Systeme nicht mehr den aktuellen Trends der Kommunikationsbedürfnisse. Entsprechend diesen Trends zu erfüllende Grundanforderungen sind, daß in einem System gleichermaßen Sprachdienste mit niedriger Datenrate, Schmalband-ISDN sowie Komponenten des Breitband-ISDN, allgemeine Datendienste, Video- und Multimediaanwendungen, deren Datenraten oberhalb der des Schmalband-ISDN liegen, bei dynamischer Kapazitätszuweisung zu den unterschiedlichen Diensten, angeboten werden müssen.

Wesentliches Kriterium für die Eigenschaften von Funkkommunikationsnetzen sind die Multiplex-, Zugriffs- und Duplexverfahren, die in der Luftschnittstelle zum Einsatz kommen. Diese bestimmen neben und zum Teil im Zusammenwirken mit anderen Parametern wie Frequenzbereich und Modulationsverfahren solche Eigenschaften wie Bandbreiteneffizienz, Zellenkapazität, Grenreichweiten, Dienstflexibilität und Dienstqualität, um nur einige wesentliche zu nennen.

Bekannte Systeme wie zum Beispiel das in der BRD bestehende C-Netz oder das Mobilfunksystem NMT (Nordic Mobile Telephone) arbeiten mit FDM/FDMA (Frequency Division Multiplex/Frequency Division Multiple Access) in Verbindung mit FDD (Frequency Division Duplex). Das heißt, daß Funkverbindungen über frequenzmäßig separierte und in einem definierten Kanalaraster angeordnete Kanäle erfolgen und für Duplexverbindungen zwei um den Duplexabstand versetzte Frequenzbänder benutzt werden. Derartige Systeme sind relativ leicht zu handhaben, bieten aber nur konstante Kanalbandbreiten. Die Forderung, Dienste mit unterschiedlichem Bandbreitebedarf anzubieten und eine dynamische Kapazitätszuweisung durchzuführen, ist auf dieser Basis nicht realisierbar.

Systeme mit digitaler Übertragung nutzen auch TDM/TDMA (Time Division Multiplex/Time Division Multiple Access) mit FDD oder TDD (Time Division Duplex). Das heißt, daß jeder Verbindung zyklisch ein bestimmter Zeitabschnitt innerhalb eines Datenstromes, der über einen Funkkanal übertragen wird, zugewiesen wird. Dabei muß für die Übertragung von  $n$  Verbindungen die Datenrate im Funkkanal mindestens das  $n$ -fache der Datenrate der einzelnen Verbindungen betragen, wenn FDD Verwendung findet, beziehungsweise das  $2 \cdot n$ -fache, wenn TDD Verwendung findet. Typischer Vertreter für die Kombination TDM/TDMA/FDD ist zum Beispiel GSM (D- bzw. E-Netze) und für die Kombination TDM/TDMA/TDD Netze auf der Basis des DECT Standards. Dabei werden in beiden Fällen

noch Kombinationen mit FDM/FDMA benutzt, um die Kanalkapazität der Netze über die Größe  $n$  (Anzahl der Verbindungen pro Funkkanal) steigern zu können.

Nachteilig ist bei TDMA, daß zwischen den Sendungen der einzelnen Teilnehmer Schutzzeiten eingefügt werden müssen, die Toleranzen des Zugriffs und unterschiedliche Laufzeiten auf Grund unterschiedlicher Entfernungen zwischen einer Basisstation und Funkteilnehmern berücksichtigen. (Leistungsgebundene Systeme können zeitliche Überschneidungen von Eingangssignalen ohne gegenseitige Beeinflussung verarbeiten, indem die Signale in Pufferspeichern zwischengespeichert und danach zeitrichtig in die Zeitschlitze eingeordnet werden. Bei einem Funksystem kann der Empfänger einer Basisstation Signale nur dann ohne gegenseitige Beeinflussung verarbeiten, wenn keine zeitliche Überschneidung erfolgt.) Dies bedingt, daß die Datenmenge in kürzerer Zeit übertragen werden muß und daher die oben genannten Faktoren  $n$  bzw.  $2 \cdot n$  in der Praxis bis  $2 \cdot n$  bzw.  $3 \cdot n$  betragen können. Die Bandbreiteneffizienz des TDMA verringert sich im gleichen Maße. Maßnahmen zur Verringerung dieses Nachteils sind:

- Verringerung/Begrenzung der Reichweite auf geringe Werte, ein Beispiel hierfür ist DECT mit maximal 500 m.
- Begrenzung der Anzahl der Verbindungen pro Funkkanal (Anzahl der Teilnehmer), ein Beispiel hierfür ist GSM mit 8 Verbindungen pro Funkkanal.
- Verringerung der Abtastrate, das heißt Vergrößerung der pro Zeitschlitz übertragenen Datenmenge. Konsequenz ist, daß die Zeitdifferenz zwischen zwei Abtastungen sich erhöht und als Verzögerungszeit in die Parameter der Übertragungstrecke eingeht.

Die Forderung, Dienste mit unterschiedlichem Bandbreitebedarf anzubieten und eine dynamische Kapazitätszuweisung durchzuführen, ist auf der Basis von TDM/TDMA realisierbar, indem dem Teilnehmer für eine Verbindung bei Bedarf mehrere Zeitschlitze zugewiesen werden.

Neueste Lösungen beruhen auf der Anwendung von CDM/CDMA (Code Division Multiplex/Code Division Multiple Access) in Verbindung mit FDD oder TDD. Diese Verfahren sind theoretisch bereits seit langem bekannt, ihre effektive Verwertung ist aber erst seit einigen Jahren möglich, nachdem durch Großintegration die erforderlichen aufwendigen Schaltungslösungen mit vertretbarem Aufwand herstellbar sind. Das Verfahren beruht darauf, daß jedes Bit der zu übertragenden Nachricht mit einer Codesequenz gespreizt und dann als breitbandiges Signal übertragen wird (DS-SS, Direct Sequence — ...). Auf der Empfangsseite wird mit einem Korrelator auf Vorhandensein der Codesequenz geprüft und der Datenstrom wieder rekonstruiert. Bedingung für eine Erkennung des Signals im Empfänger sind entsprechende Eigenschaften der Autokorrelationsfunktion der verwendeten Codesequenz, das heißt ein ausgeprägtes Maximum und hohe Unterdrückung von Nebenmaxima.

Werden mehrere zueinander orthogonale Codesequenzen benutzt, das heißt, daß deren Kreuzkorrelationsfunktionen keine Maxima aufweisen, so können mehrere damit gespreizte Datenströme additiv überlagert und auf der Empfangsseite wieder getrennt werden. Grundsätzlich besteht auch die Möglichkeit, CDM/

CDMA Verfahren in der Art zu realisieren, daß an Stelle der orthogonalen Codesequenzen sehr lange und statistisch unabhängige PR-Folgen (Pseudo-Random-Folgen) benutzt werden und die damit gespreizten Datenströme in gleicher Weise additiv überlagert und auf der Empfangsseite wieder getrennt werden.

Die Unterschiede beider Verfahren bestehen darin, daß

— bei DS-Verfahren die Zahl der verfügbaren orthogonalen Codesequenzen begrenzt ist und eine willkürliche Erhöhung der Anzahl die Einbeziehung von Codesequenzen bedeutet, die verschlechterte Korrelationsbedingungen und damit verschlechterte Erkennungssicherheit besitzen. Eine nachteilsfreie Erhöhung der Anzahl ist nur bei Vergrößerung der Länge der Codesequenzen möglich, was aber entsprechend höhere Bruttodatenraten im Funkkanal bedeutet.

— bei Verfahren auf der Basis von PR-Folgen die statistische Unabhängigkeit streng genommen nur bei Korrelation über die Gesamtlänge gegeben ist, daß jedoch bei der real bedingten Korrelation über kürzere Folgenabschnitte die statistische Unabhängigkeit verletzt sein kann und dann die Erkennungssicherheit kurzzeitig sinkt oder verlorengeht.

Ein bei CDM/CDMA Verfahren besonders zu beachtendes Problem ist die Steuerung der Sendeleistungen (Power Control). Ziel ist, daß die einander im Empfänger überlagernden Empfangssignale mit im Idealfall gleichen Pegeln eintreffen. Ein in Relation zu anderen Kanälen zu starkes Signal würde in den anderen Kanälen einen unzulässigen Interferenzbeitrag liefern und damit die Bitfehlerrate dort negativ beeinflussen. In (1) wird ein Power Control System bei einem Funksystem mit CDM/CDMA beschrieben, welches die Sendeleistung des Senders eines Mobilteilnehmers steuert und welches aus zwei Regelkreisen besteht. Ein erster Regelkreis, der intern im Mobilgerät wirksam ist, mißt die Empfangsfeldstärke und regelt invers zu derselben die Sendeleistung. Ein zweiter Regelkreis mißt in der Basisstation die Empfangsfeldstärke des betreffenden Mobilgerätes und leitet daraus eine Regelgröße ab, die über den Sender der Basisstation an das Mobilgerät übertragen wird und dort eine Stellung der Sendeleistung bewirkt. Eine Regelung der Sendeleistung in der Basisstation ist nicht vorgesehen. Die Auswahl dieser Quelle ist als willkürlich anzusehen, da das Problem Power Control in Literatur und Patenten einen breiten Raum einnimmt.

In (2) wird beschrieben, daß CDMA und ATM (Asynchronous Transfer Mode) in Kombination signifikante Vorteile aufweisen, insbesondere wenn ein weiter Bereich von unterschiedlichen Diensten und Bitraten zu bedienen ist. Als ein erstes zu beachtendes Problem wird dargestellt, daß die Verzögerungszeiten, die bei der Umsetzung von Sprachdiensten in ATM auftreten, zuzüglich weiterer Verzögerungen durch Vermittlung und Übertragung, bis zu 25 ms betragen können. Es wird auf die daraus resultierenden Echoprobleme hingewiesen, ohne Verfahren zur Vermeidung aufzuzeigen. Als zweites zu beachtendes Problem wird auch hier behandelt, daß CDMA eine sehr genaue Leistungssteuerung der Sender erfordert, um für alle parallel arbeitenden Kanäle gleiche und minimierte Interferenzbedingungen zu gewährleisten. Als Multiplexverfahren für die Abwärtsrichtung (von einer Basisstation zu den Funkteilneh-

mern) wird ein CDM Verfahren mit Nutzung eines konstanten Spreizungsfaktors und orthogonaler Codesequenzen als vorteilhaft angesehen. Für die Gegenrichtung wird als vorteilhaft die Verwendung eines CDMA mit variablen Spreizungsfaktoren (in Abhängigkeit von der zu übertragenden Bitrate) und der Verzicht auf orthogonale Codefolgen beschrieben.

In (3) wird untersucht und nachgewiesen, daß die kombinierte Anwendung von CDMA und ATM zu vorteilhaften Lösungen führt. Wie in anderen Veröffentlichungen (siehe obenstehende Literaturbeispiele (1) und (2)) wird die Leistungssteuerung der Sender in CDMA Systemen als eine wichtige Voraussetzung dargestellt, um die Vorteile des CDMA voll nutzen zu können. Weiter wird darauf hingewiesen, ohne dafür konkrete Lösungsmöglichkeiten zu benennen, daß bei Sprachdiensten die Unterdrückung der Signalübertragung in Sprachpausen eine sinnvolle Möglichkeit ist, die Übertragungsparameter und/oder Übertragungskapazität zu verbessern.

In (4) wird ausgehend von Ergebnissen der Arbeit am Projekt CODIT (Code Division Testbed) im Rahmen des RACE Programms CDMA als zukünftige Technologie des Mobilfunks favorisiert. Um unterschiedliche Dienste und Bitraten parallel in einem einheitlichen System anbieten zu können, wird eine Lösung vorgestellt, bei der je nach Bedarf unterschiedliche Chipraten von 1 MHz, 5 MHz oder 20 MHz zur Anwendung kommen, die variabel zugewiesen und in der Luftschnittstelle parallel übertragen werden können.

In (5) wird ein Funkkommunikationssystem beschrieben, welches geeignet ist, unterschiedliche Dienste und Bitraten auf einer einheitlichen Systembasis zu handhaben. Grundansatz ist, daß das Funkkommunikationssystem intern auf der Basis des ATM arbeitet und an den Schnittstellen zur Kommunikationsumgebung und zum Teilnehmer, sofern erforderlich, eine entsprechende Umsetzung vorgenommen wird. Das heißt, daß über die Luftschnittstelle die Übertragung ebenfalls im ATM erfolgt. Die dort enthaltene Lösung ist für verschiedene Multiplex-, Zugriffs- und Duplexverfahren offen gestaltet und erlaubt in besonders vorteilhafter Weise die Anwendung der in dieser Beschreibung vorgestellten Lösung.

Die Auswahl der Literaturstellen verdeutlicht, daß die Anwendung des ATM ein Trend ist, der sich auch in Funkkommunikationssystemen verstärkt durchsetzt. ATM beinhaltet, daß digitale Informationen gleich welcher Art in paketierter Form (Zellen) übertragen werden. Diese Zellen haben eine einheitliche Länge von 53 Byte, wovon 5 Byte Kopf (Header) und 48 Byte Nutzinformation (Payload) sind. Zellen können auch partiell gefüllt sein. In diesem Falle wird das Payload durch Leerbits auf 48 Byte ergänzt. Zellen mehrerer Quellen, auch bei unterschiedlichen Datenraten dieser Quellen, können asynchron in eine Übertragungsstrecke oder Vermittlungseinrichtung eingespeist werden. Jede Zelle enthält im Header VPI (Virtual Path Identifier) und VCI (Virtual Channel Identifier), die pro Übertragungsteilstrecke oder für mehrere zusammenhängende Übertragungsteilstrecken eine Verbindung charakterisieren. Damit werden alle Zellen einer Verbindung von ATM-Vermittlungseinrichtungen unabhängig voneinander vermittelt. Zum anderen werden von ATM-Empfangseinrichtungen alle Zellen einer Übertragung einer Analyse von VPI und VCI unterzogen und die für diese Empfangseinrichtung bestimmten Zellen selektiert. Auf Grund dessen besitzt ATM günstige Ei-

enschaften für Multiplex- und Zugriffsverfahren. Die erfindungsgemäße Lösung geht davon aus, daß in einem Funkkommunikationssystem ein oder mehrere VPI permanent jeweils einer Basisstation zugeordnet sind und die VCI oder VPI/VCI (bei mehreren VPI) zur Adressierung der Teilnehmergeräte dienen, die an diese Basisstation angeschlossen sind. Damit ist ohne einen weiteren zusätzlichen Aufwand die Adressierung zum Zwecke des Verbindungsaufbaus und auch während einer laufenden Übertragung in der Luftschnittstelle gegeben. Werden mehrere VCI für ein Teilnehmergerät vergeben, so können Signalisierungen und simultane Verbindungen für ein Teilnehmergerät unabhängig voneinander gehandhabt werden. Zusätzlich wird der im Header jeder Zelle enthaltene PTI (Payload Type Identifier) benutzt, um Datentypen innerhalb einer Verbindung zu kennzeichnen und selektierbar zu machen. Diese Voraussetzungen bewirken Unabhängigkeit von Multiplex-, Zugriffs- und Duplexverfahren von den Verfahren zum Aufbau, Halten und Abbau von Verbindungen, der Art der Dienste und dazugehörigen Signalisierungen und Steuerungen.

Einzelheiten der Erfindung sind an Hand der in den Zeichnungen dargestellten Zusammenhänge näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 TDD (Time Division Duplex) mit Laufzeitkompensation,

Fig. 2 Segmentierung von ATM-Zellen,

Fig. 3 HIB-Header Identification Bytes,

Fig. 4 Verbindung mit Standardübertragungsrate,

Fig. 5 Verbindung mit Vielfachem der Standardübertragungsrate,

Fig. 6 ATM/CDM-Mapping für die Senderichtung der Basisstation,

Fig. 7 CDM/ATM-Mapping für die Empfangsrichtung der Basisstation,

Fig. 8 ATM/CDM-Mapping für die Senderichtung der Teilnehmerfunkstation,

Fig. 9 CDM/ATM-Mapping für die Empfangsrichtung der Teilnehmerfunkstation.

Es wird für das Air Interface ein CDM/CDMA Verfahren in Verbindung mit TDD (Time Division Duplex) verwendet, bei welchem jede Codesequenz als ein Kanal gehandhabt wird, über welchen eine konstante Nettobitrate übertragen wird (physikalischer Kanal), welcher der Standardanwendung mit der niedrigsten Bitrate entspricht. Verbindungen mit größeren Bitraten werden dadurch realisiert, daß für diese Verbindungen mehrere derartige physikalische Kanäle im Parallelbetrieb genutzt werden. Eine Verbindung als logischer Kanal/Bearer kann somit einen oder mehrere physikalische Kanäle beanspruchen. Eine Basisstation verfügt über parallele CDM/CDMA Empfangs-/Sendeeinrichtungen entsprechend der Anzahl der Codesequenzen/physikalischen Kanäle. Die Teilnehmerfunkgeräte verfügen über mindestens eine und für höherrangige Verbindungen entsprechend dem geforderten Vervielfachungsfaktor eine entsprechende Anzahl von parallelen CDM/CDMA Empfangs-/Sendeeinrichtungen, welchen wahlfrei jede Codesequenz aus dem Vorrat der verfügbaren Codesequenzen zugewiesen werden kann.

In Fig. 1 ist das Zeitdiagramm des TDD-Verfahrens dargestellt. In dieser Darstellung beinhaltet 1.1 (siehe Fig. 1) das Zeitdiagramm der Sendephasen und 1.2 das Zeitdiagramm der Empfangsphasen in der Funkbasisstation. Die Funkbasisstation sendet gleichzeitig in allen Kanälen Bursts 1.7 aus, die nach einer entfernungsabhängigen Signallaufzeit von den Teilnehmerfunkgerä-

ten empfangen werden. Es beinhalten 1.4 und 1.6 die Zeitdiagramme der Empfangsphasen und 1.3 und 1.5 die Zeitdiagramme der Sendephasen zweier derartiger Teilnehmerfunkgeräte TS2 und TS1, die entsprechend 5 Kanalzuweisung die Bursts 1.9 und 1.11 empfangen. Das Teilnehmerfunkgerät TS2 soll die maximal zulässige Entfernung zur Funkbasisstation besitzen, so daß die Signallaufzeit 1.13 den Maximalwert  $t_{pmax}$  besitzt. Nach 10 dieses Gerät in seiner Sendephase 1.3 den Burst 1.10 aus. Dieser Burst trifft wiederum nach der maximalen Signallaufzeit 1.15 in der Funkbasisstation ein, die sich in der Empfangsphase befindet. Die von anderen Teilnehmerfunkgeräten, beispielhaft TS1, während deren Sendephase 1.5 ausgesandten Bursts 1.12 werden in diesen 15 Teilnehmerfunkgeräten so verzögert, daß die Bursts 1.8 in der Funkbasisstation synchron eintreffen. Nach einer Mindestumschaltzeit 1.16 der Länge  $t_{dmin}$  kann die Funkbasisstation eine erneute Sendung vornehmen. Die 20 Zeit  $t_v = 2 \times t_{pmax} + 2 \times t_{dmin}$  ist eine Verlustzeit, die für die Datenübertragung nicht genutzt wird, wobei  $t_{pmax}$  entfernungsabhängig und somit bei entsprechender Entfernungsvorgabe nicht einflußbar ist, während  $t_{dmin}$  technisch/physikalisch bedingt und zu minimieren 25 ist.

Das Verhältnis von  $t_v$  zur Duplexperiode 1.17 (siehe Fig. 1) mit der Länge  $T_D$  ist ein Maß für die Verluste an Übertragungskapazität und kann bei vorgegebenem Wert von  $t_v$  nur durch Vergrößerung der Duplexperiode 1.17 verbessert werden. Die Duplexperiode 1.17 geht jedoch als Verzögerungszeit in die Datenübertragung ein, was bei zeitkritischen Übertragungen (Sprachübertragung) zu beachten ist. Für die Duplexperiode 1.17 ergibt sich zum Beispiel bei einer Burstlänge auf Basis 30 der ATM-Zellenlänge und einer Standardübertragungsrate von 32 kbit/s je Übertragungsrichtung für  $T_D$  ein unakzeptabler Wert von ca. 12 ms. Es wird aus diesem Grunde in einer beispielhaften Ausführung eine Segmentierung der ATM-Zellen entsprechend Darstellung in Fig. 2 vorgenommen. Die ATM-Zelle besteht aus dem Header 2.1 (siehe Fig. 2) mit einer Länge von 5 Byte 35 te und dem Payload 2.2 mit einer Länge von 48 Byte. Durch Voranstellen von 2 HIB (Header Identification Bytes) 2.3 wird auf eine Gesamtlänge von 55 Byte ergänzt und anschließend in 5 Segmente mit je 11 Byte aufgeteilt. Jedem Segment wird noch je ein BPB (Burst Preamble Bit) 2.6, 2.10, 2.12 ... vorangestellt. Das erste Segment besteht somit aus BPB 2.6, 2 HIB 2.7, Header 2.8 und 4 Byte Payload 2.9. Die vier folgenden Segmente 40 sind identisch aufgebaut und bestehen wie Segment 2 aus BPB 2.10 und 11 Byte Payload 2.11. Werden diese Segmente als Bursts im TDD-Verfahren entsprechend Fig. 1 eingesetzt, so ergibt sich die Duplexperiode 1.17 (siehe Fig. 1) mit  $T_D$  unter 2,5 ms in einer akzeptablen 45 Größe.

Signalinterferenzen wirken sich negativ auf die Leistungsfähigkeit, Kapazität und Anwendbarkeit von CDMA-Verfahren aus. Eine wesentliche Quelle solcher Interferenzen sind Laufzeitfehler unterschiedlicher Teilnehmerfunkgeräte beim Empfang in der Funkbasisstation als sogenannte Multiuser-Interferenz.

Für diese gilt

$$I_{MU} = \frac{1}{3} * \left( \frac{dt}{T_{chip}} \right)^2$$

Zur Minimierung dieses Wertes ist eine Laufzeitkorrektur dahingehend vorgesehen, daß die von den Teilnehmerfunkgeräten ausgesandten Bursts als synchrone Empfangssignale 1.8 (siehe Fig. 1) in der Funkbasisstation eintreffen. Dargestellt ist hier ein burstsynchroner Empfang. Prinzipiell ist es für die Minimierung von IMU jedoch ausreichend, wenn sich die Synchronität auf die Codesequenzen erstreckt, was in einer anderen erfindungsgemäßen Ausführung zur Anwendung kommt. Diese Verfahrensvariante senkt den Aufwand für die Steuerung der zeitverzögerten Aussendung in den Teilnehmerfunkgeräten, da nur noch eine Relativsteuerung in einem kleinen Fenster erforderlich ist.

Werden vier Abtastwerte pro Chip angesetzt und angenommen, daß diese Genauigkeit auch bei der Laufzeitkompensation erreicht wird, und ein zusätzlicher Zeitfehler durch Jitter bei Träger- und Taktrückgewinnung von 0,05 Chipplängen nicht überschritten wird, so folgt (unter Vernachlässigung anderer Interferenzquellen)

$$\begin{aligned} dt &= (0,25 + 0,05) \cdot T_{\text{chip}} \\ \text{IMU} &= 0,03 \\ \text{IMU} &= -30,5 \text{ dB} \end{aligned}$$

Erfindungsgemäß werden für die Übertragung der Steuersignale für die Laufzeitkompensation die HIB 2.7 (siehe Fig. 2) genutzt. In Fig. 3 ist der Aufbau der HIB dargestellt. Entsprechend dieser Darstellung enthält das 14. Bit 3.4 (siehe Fig. 3) die Information, welche Stellgröße — Leistung oder Laufzeit — korrigiert werden soll, das 15. Bit 3.5 die Information, ob die Stellgröße um den Betrag 0 oder 1 zu verändern ist und das 16. Bit 3.6 die Information, ob das Signum der Stellgrößenänderung positiv oder negativ ist. Damit können ausgehend von den oben beispielhaft genannten Werten des TDD-Verfahrens selbst im ungünstigsten Falle ca. 90 Stellgrößenänderungen pro Sekunde übertragen werden. Zur Realisierung der oben genannten Werte der Laufzeitkorrektur ist in einer beispielhaften Ausführung im 15. Bit 3.5 (siehe Fig. 3) der Betrag 1 der Stellgrößenänderung gleich einem Viertel der Chiplänge  $T_{\text{chip}}$ .

Eine weitere wesentliche Quelle für Signalinterferenzen sind unterschiedliche Leistungspegel, mit welchen Teilnehmerfunkgeräte in der Funkbasisstation empfangen werden. Die vorstehenden Betrachtungen für die Multiuser-Interferenz gelten daher nur, wenn die Signale der Teilnehmerfunkgeräte 1.8 (siehe Fig. 1) mit gleicher Leistung in der Funkbasisstation empfangen werden. Eine ständige Regelung der Sendeleistung der Teilnehmerfunkgeräte durch die Funkbasisstation, die auch während einer aktiven Verbindung in der Lage ist, Fading auszugleichen, ist für CDMA-Systeme daher zwingend. Erfindungsgemäß werden für die Übertragung der Steuersignale für die Leistungssteuerung die HIB 2.7 (siehe Fig. 2) genutzt. In Fig. 3 ist der Aufbau der HIB dargestellt. Entsprechend den obenstehenden Ausführungen wird das 14. Bit 3.4 (siehe Fig. 3) genutzt, um alternativ zu bestimmen, ob die nachfolgenden Bit 3.5 und 3.6 der Stellung von Sendezeitpunkt (Laufzeitkorrektur) oder Sendeleistung dienen. Zur Realisierung optimaler Werte der durch Leistungsunterschiede bedingten Interferenzbeiträge ist im 15. Bit 3.5 (siehe Fig. 3) der Betrag 1 der Stellgrößenänderung in einer beispielhaften Ausführung gleich 0,2 dB gesetzt.

Erfindungsgemäß werden ATM-Zellen durch Segmentierung entsprechend Darstellung in Fig. 2 für die Übertragung im Air-Interface aufbereitet. Bei der

Übertragung im Air-Interface sind mehrere Varianten zu unterscheiden.

Eine erste Variante beinhaltet den Fall, daß vollständig gefüllte ATM-Zellen 4.1 (siehe Fig. 4a) vorliegen. Dargestellt ist dies für eine Datenübertragung mit der Standardübertragungsrate, bei welcher nur ein physikalischer Kanal belegt wird. In diesem Falle werden die Segmente 1, 2 ... einer vollständig vorliegenden ATM-Zelle 4.1 sequentiell in die Bursts 4.2, 4.3 ... der Sendephasen der Funkbasisstation 1.1 (siehe Fig. 1) oder der Teilnehmerfunkgeräte 1.3, 1.5 ... eingeordnet.

Eine zweite Variante beinhaltet den Fall, daß partiell gefüllte ATM-Zellen 4.5 (siehe Fig. 4b) vorliegen. Dargestellt ist dies für eine Datenübertragung mit der Standardübertragungsrate, bei welcher nur ein physikalischer Kanal belegt wird. Die partielle Füllung von ATM-Zellen ist eine Funktion der ATM-Schicht und wird verbindungsbezogen zwischen ATM-Quelle und ATM-Senke vereinbart. Als zweckmäßig erweist sich, daß für eine Standardübertragungsrate von 32 kbit/s eine partielle Füllung so festgelegt wird, daß in der ATM-Zelle 4.5 die beiden letzten Segmente 4.6 und 4.7 nur Füllbits enthalten. In diesem Falle werden die Segmente 1, 2 und 3 einer vollständig vorliegenden ATM-Zelle 4.5 sequentiell in die Bursts 4.9, 4.10 und 4.11 der Sendephasen der Funkbasisstation 1.1 (siehe Fig. 1) oder der Teilnehmerfunkgeräte 1.3, 1.5 ... eingeordnet. Die Füllbits werden nicht übertragen und auf der Empfangsseite wieder hinzugefügt. Eine Unterscheidung der vorgenannten beiden Varianten wird dem Empfänger in den HIB 2.7 (siehe Fig. 2) durch entsprechendes Setzen des 12. Bit der HIB 3.2 (siehe Fig. 3) mitgeteilt. Diese zweite Variante ist bedeutsam bei Sprachübertragungen mit reduzierter Datenrate von 32 kbit/s. Die Bildung vollständig gefüllter ATM-Zellen führt dabei zu einer unzulässigen (oder unerwünscht langen) Verzögerungszeit von mehr als 12 ms. Durch Verwendung partiell gefüllter Zellen mit dem oben genannten Füllungsgrad wird diese Verzögerungszeit auf akzeptable 6,2 ms reduziert. Eine komplette Übertragung dieser partiell gefüllten ATM-Zellen über das Air-Interface würde andererseits aber fast eine Verdopplung der Übertragungsrate im Air-Interface bedeuten, weshalb der Weg gewählt wurde, Füllbits der ATM-Zellen im Air-Interface nicht zu übertragen. Außerdem erlaubt dieses Verfahren die Verwendung partiell gefüllter Zellen auch in den Fällen, wo eine vorhergehende Vereinbarung zwischen Quelle und Senke nicht vorliegt. Eine praktische Anwendung ist, ATM-Zellen für Steuerung und Signalisierung variabel nach Bedarf zu füllen und mit minimaler Belastung des Air-Interface zu übertragen.

Eine dritte Variante beinhaltet den Fall, daß bei Sprachübertragung in den Sprachpausen das Payload 2.2 (siehe Fig. 2) einer ATM-Zelle gegebenenfalls nur Nullinformationen enthält. Als "Voice Activity Circuits" bekannte Einrichtungen erlauben die Feststellung dieses Zustandes. In diesem Falle wird nur das erste Segment einer ATM-Zelle 4.12 (siehe Fig. 4c) in den Burst 4.13 der Sendephasen der Funkbasisstation 1.1 (siehe Fig. 1) oder der Teilnehmerfunkgeräte 1.3, 1.5 ... eingeordnet. Die nachfolgenden leeren Segmente der ATM-Zelle 4.12 werden nicht zur Übertragung übergeben, so daß während einer entsprechenden Anzahl von Sendephasen 4.14 keine Aussendung erfolgt bis die nächste ATM-Zelle zur Übertragung vorliegt. Die fehlenden Segmente werden auf der Empfangsseite wieder hinzugefügt. Eine Erkennung dieses Falles wird dem Empfänger in den HIB 2.7 (siehe Fig. 2) durch entsprechendes

Setzen des 13. Bit der HIB 3.3 (siehe Fig. 3) ermöglicht. Dieser dritte Fall ist bedeutsam bei Sprachübertragungen, die bis zu 50% Sprachpausen enthalten können. In einer Funkzelle mit einer Vielzahl parallel betriebener Kanäle kann dies zu einer erheblichen Entlastung des Air-Interface führen, die sich als statistisch relevante Verringerung der Signalinterferenzen auswirkt.

Eine vierte Variante beinhaltet den Fall, daß eine Verbindung oder mehrere simultane Verbindungen zum gleichen Teilnehmerfunkgerät ein (nicht unbedingt ganzzahliges) Vielfaches der Standardübertragungsrate beanspruchen. Für dieses Teilnehmerfunkgerät sequentiell eintreffende ATM-Zellen 5.1, 5.6, 5.7 ... (siehe Fig. 5) werden segmentiert und die Segmente in mehreren parallelen Kanälen übertragen. Im Beispiel einer Verbindung mit dem Vielfachen N mit  $\text{INT}(N) = 4$  erfolgt die Übertragung in vier Kanälen 5.2, 5.3, 5.4 und 5.5. Die Einordnung der Segmente erfolgt zyklisch, so daß die ersten vier Segmente 5.6, 5.7, 5.8 und 5.9 der ATM-Zelle 5.1 zeitgleich in einer Sendephase übertragen werden. Das fünfte Segment 5.10 wird im Kanal 5.2 in der nachfolgenden Sendephase übertragen, parallel mit den ersten Segmenten der nachfolgenden ATM-Zelle, sofern diese bereits komplett vorhanden ist. Die Kanäle und deren Reihenfolge werden beim Verbindungsaufbau bzw. bei Verbindungsänderungen mittels Signalisierungsprozeduren vereinbart, die hier nicht Gegenstand sind. Die Signalisierungsprozeduren nutzen ATM-Zellen, die als Zellen mit Signalisierungsinhalt gekennzeichnet sind, und die ohne besondere Regimeanforderungen in die Übertragung eingeordnet werden.

Auf der jeweiligen Empfangsseite erfolgt eine den oben geschilderten Verfahren adäquate Reassemblierung, die Abtrennung der HIB und die Bearbeitung der ATM-Zellen und Ausführung der Steuerbefehle bezüglich Laufzeit oder Sendeleistung entsprechend den in den HIB enthaltenen Informationen. Die oben beschriebenen Verfahren werden durch entsprechende Einrichtungen in der Funkbasisstation und den Teilnehmerfunkgeräten realisiert.

Die Funkbasisstation ist hierzu als ATM-Cross-Connect 6.1 (siehe Fig. 6) ausgeführt, der über eine in der Fig. 6 nicht dargestellte Duplex-Übertragungsstrecke mit einer ATM-Vermittlungseinrichtung verbunden ist. Die Cross-Connect-Funktion wird mittels einer Cell-Bus Struktur 6.2 realisiert. Die Zwischenschaltung eines Cross Connect zwischen die ATM-Vermittlungseinrichtung und die verfahrensbestimmenden Baugruppen wurde der direkten Anschaltung vorgezogen, da dies ermöglicht, mehrere der nachfolgend beschriebenen verfahrensgemäßen Einrichtungen parallel an den Cell-Bus 6.2 anzuschalten und zu betreiben, wenn dies aus Kapazitätsgründen erforderlich wird, und einen zentralen Steuerrechner der Funkbasisstation so anzuschalten, daß er über den Cell-Bus 6.2 und die verfahrensgemäßen Einrichtungen mit den Teilnehmerfunkgeräten für Steuerungs- und Kontrollzwecke kommunizieren kann.

Eine solche verfahrensgemäße Einrichtung ist über einen Cell-Bus Anschluß 6.3 (siehe Fig. 6) und eine Cell-Bus Interfacebaugruppe 6.4 mit dem Cell-Bus 6.2 verbunden. Die Cell-Bus Interfacebaugruppe 6.4 ist über ein Prozessorinterface 6.5 mit einem Interfacecontroller 6.6 verbunden. Die Interfacebaugruppe 6.4 ist in der Lage, ATM-Zellen für Steuerungszwecke zu selektieren und über das Prozessorinterface 6.5 auszugeben. Soweit es sich dabei um verbindungsrelevante Informationen handelt, werden diese von dem Interfacecontroller 6.6 über das Prozessorinterface 6.7 an den Central-Controll-

ler 6.8 übergeben. Diese Aussagen gelten für beide Übertragungsrichtungen. Der Central-Controller 6.8 ist über ein Prozessorinterface 6.14 mit den Verbindungsbaugruppen 6.10 und ein Prozessorinterface 6.23 mit den Kanalbaugruppen 6.19 verbunden. Vom Central-Controller 6.8 werden folgende verfahrensrelevante Prozesse realisiert:

- Steuerung der Send- und Empfangsprozesse des TDD-Verfahrens.
- Überwachung der Laufzeitabweichungen der Empfangssignale in den Empfangsmodulen 7.4 (siehe Fig. 7) und daraus Ableitung der Stellgrößen für die Laufzeitkorrektur und deren Übergabe an die Controller 6.12 zur Einfügung in die HIB der Senderichtung.
- Überwachung der Leistungs-/Interferenzgrößen der Empfangssignale in den Empfangsmodulen 7.4 und daraus Ableitung der Stellgrößen für die Leistungsstellung in den Teilnehmerfunkgeräten und deren Übergabe an die Controller 6.12 zur Einfügung in die HIB der Senderichtung.
- Leistungsstellung der Sendemodule 6.22 der Kanalbaugruppen 6.19 auf der Grundlage der Informationen in den HIB der Aussendungen der Teilnehmerfunkgeräte, die von den Controllern 6.12 über das Prozessorinterface 6.14 übergeben wurden.

Die vorliegende Erfindung beinhaltet ausschließlich das Verfahren zur Übermittlung der Stellgrößen für die Leistungsstellung in den Teilnehmerfunkgeräten wie auch der Funkbasisstation, nicht jedoch die Meßverfahren für Empfangsleistung/Interferenzgrößen sowie den Algorithmus zur Optimierung der Leistungsstellung.

Im folgenden sind in der Fig. 6 nur die Elemente dargestellt und werden entsprechend beschrieben, die für die Senderichtung der Funkbasisstation relevant sind. ATM-Zellen, die Verbindungen zuzuordnen sind, werden von der Interfacebaugruppe 6.4 über einen Datenbus 6.9 ausgegeben. An diesen Datenbus ist eine Vielzahl von Verbindungsbaugruppen 6.10 angeschaltet, deren Anzahl gleich der Anzahl der Teilnehmerfunkgeräte ist, die gleichzeitig aktiv sein können. Sofern dies vorwiegend Teilnehmerfunkgeräte mit Standardübertragungsrate sind, die nur einen Kanal belegen, ist diese Anzahl mit der der Kanalbaugruppen 6.19 identisch. Die Verbindungsbaugruppen 6.10 enthalten je einen Controller 6.12 und einen RAM0 6.13 für die Speicherung verbindungsrelevanter Daten, und einen RAM1 6.11, der als FIFO-Speicher (First In, First Out) organisiert ist. Der Controller 6.12 ist über einen Prozessorbus 6.14 mit dem Central-Controller 6.8 verbunden. Über den Prozessorbus 6.14 werden vom Central-Controller 6.8 die verbindungsrelevanten Daten, die ein aktives Teilnehmerfunkgerät betreffen, an den Controller 6.12 übergeben und in einem RAM0 6.13 gespeichert. Diese Daten beinhalten:

- VPI und VCI der vom Datenbus 6.9 zu übernehmenden ATM-Zellen.
- VPI und VCI partiell gefüllter ATM-Zellen und den jeweiligen Füllungsgrad.
- VPI und VCI, bei welchen "Voice Activity Checking" erfolgen soll.
- Variable Teile der HIB 2.7 (siehe Fig. 2) zur Steuerung von Laufzeit oder Sendeleistung der Teilnehmerfunkgeräte.

- Anzahl, Nummern und zyklische Reihenfolge der zu belegenden Kanäle.

Die Controller 6.12 führen unter Verwendung der in den RAM0 6.13 gespeicherten Daten folgende Funktionen aus:

- Übernahme von ATM-Zellen vom Datenbus 6.9 in einen RAM1 6.11.
- Adreßvergleich bei eingegangenen ATM-Zellen. Sofern keine Übereinstimmung mit den zugewiesenen und im RAM0 6.13 gespeicherten VPI und VCI vorliegt, wird die ATM-Zelle gelöscht.
- "Voice Activity Checking", soweit zutreffend. In Abhängigkeit vom Prüfungsergebnis ggf. Löschung des Payload der ATM-Zelle.
- Entfernung von Füllbits bei partiell gefüllten Zellen, soweit zutreffend.
- Bildung der HIB und deren Einordnung vor den Header der ATM-Zelle.
- Einreihung der aufbereiteten ATM-Zelle in die Warteschlange zur Ausgabe für die Übertragung.
- Segmentierung der bearbeiteten ATM-Zellen entsprechend den vorgenannten Verfahrensvorschriften.
- Segmentierte Übergabe der ATM-Zellen entsprechend den vorgenannten Verfahrensvorschriften und der nachfolgenden Beschreibung an die Kanalbaugruppen 6.19.

Für jeden physikalischen Kanal ist eine Kanalbaugruppe 6.19 vorhanden, die einen RAM2 6.20, einen Kanal-Controller 6.21 und ein Sendemodul 6.22 enthält. Die RAM2, die als FIFO-Speicher (First In, First Out) organisiert sind, besitzen eine Größe von 11 Byte und sind somit für die Aufnahme eines Segmentes geeignet. Die Übergabe der für die Aussendung bestimmten Segmente an die Kanalbaugruppen 6.19 erfolgt zeitsequentiell in der Empfangsphase derart, daß zum Beginn der Sendephase alle Kanalbaugruppen 6.19 synchron mit der Aussendung beginnen können.

Zu diesem Zweck ist der Central-Controller 6.8 über einen Adreßbus 6.15 mit allen Controllern 6.12 der Verbindungsbaugruppen 6.10 verbunden. Desweiteren ist jeder der Controller 6.12 an eine Leitung 6.16 angeschlossen, die zum Ready-Eingang des Central-Controller 6.8 führt. Mit diesem Teil der Einrichtung wird vom Central-Controller 6.8 in den Empfangsphasen über den Adreßbus 6.15 jede der aktiven Verbindungsbaugruppen 6.10 zeitsequentiell aktiviert. Während der Aktivierungsphase kann die Verbindungsbaugruppe 6.10 für die Übertragung bestimmte Segmente an die Kanalbaugruppen 6.19 übergeben. Nach Abschluß der Übergabe entsprechend den Verfahrensvorschriften wird von der Verbindungsbaugruppe 6.10 über die Leitung 6.16 ein Ready-Signal an den Central-Controller 6.8 gesendet, der daraufhin die nächste Verbindungsbaugruppe 6.10 aktivieren kann.

Zum Zwecke der Datenübergabe sind die RAM1 6.11 aller Verbindungsbaugruppen 6.10 mit den RAM2 6.20 aller Kanalbaugruppen 6.19 über einen Datenbus 6.17 verbunden. Desweiteren sind die Controller 6.12 aller Verbindungsbaugruppen 6.10 über einen Adreßbus 6.18 mit den Kanal-Controllern 6.21 aller Kanalbaugruppen 6.19 verbunden. Während der vom Central-Controller 6.8 bestimmten Aktivierungsphase eines Controllers 6.12 kann dieser einen oder zeitsequentiell mehrere Kanal-Controller 6.21 aktivieren und in der jeweiligen Ak-

tivierungsphase eines Kanal-Controllern 6.21 ein Segment über den Datenbus 6.17 in den zugehörigen RAM2 6.20 übertragen.

Die in den RAM2 6.20 gespeicherten Segmente werden mit Beginn der Sendephase synchron an die TX-Module 6.22 übergeben. Die Burst Preamble Bits 2.6, 2.10, ... (siehe Fig. 2) werden erst im TX-Modul 6.22 den Segmenten vorangestellt.

Die mehrheitlich vorhandenen Speicherbereiche und Controller gleicher Zweckbestimmung sowie Speicherbereiche und Controller unterschiedlicher Zweckbestimmung sind ausschließlich als logische Strukturen dargestellt. Diese können in einer konkreten ingenieurtechnischen Realisierung abhängig von Kapazitäts- und Zeitkriterien physisch in leistungsfähige Speicher und Controller integriert sein. Dies gilt auch für alle nachfolgend beschriebenen Einrichtungen.

Im folgenden sind in einer Fig. 7 nur die Elemente dargestellt und werden entsprechend beschrieben, die für die Empfangsrichtung der Funkbasisstation relevant sind. Die Kanalbaugruppen 6.19 (siehe Fig. 6 und Fig. 7) enthalten für Empfangszwecke ein Empfangsmodul 7.4 und einen RAM3 7.3. Die RAM3, die als FIFO-Speicher (First In, First Out) organisiert sind, besitzen eine Größe von 11 Byte und sind somit für die Aufnahme eines Segmentes geeignet. Die Burst Preamble Bits 2.6, 2.10, ... (siehe Fig. 2) werden bereits im Empfangsmodul 7.4 von den Segmenten abgespalten. Die Übergabe der Segmente an die RAM4 7.2 (siehe Fig. 7), die als FIFO-Speicher (First In, First Out) organisiert sind, in den Verbindungsbaugruppen 6.10 erfolgt zeitsequentiell in der Sendephase. Hierfür werden, da ein alternierender Betrieb vorliegt, die gleichen Einrichtungen und der gleiche Algorithmus wie bei der Senderichtung benutzt. Die Modusumschaltung erfolgt durch ein nicht mit dargestelltes Steuersignal des Central-Controller 6.14 (siehe Fig. 6 und Fig. 7).

Die Controller 6.12 führen unter Verwendung der in den RAM0 6.13 gespeicherten Daten folgende Funktionen aus:

- Übernahme der Segmente vom Datenbus 6.17 in einen RAM4 7.2 entsprechend der vorgenannten Verfahrensvorschriften und Beschreibung
- Reassemblierung der ATM-Zellen. Hierzu erfolgt entsprechend den Informationen in den HIB Ergänzung des Payload der Zellen, wenn bei partiell gefüllten Zellen Füllbits entfernt wurden oder in Sprachpausen generell kein Payload übertragen wurde.
- Entfernung der HIB.
- Adreßvergleich bei eingegangenen ATM-Zellen. Sofern keine Übereinstimmung mit den zugewiesenen und im RAM0 6.13 gespeicherten VPI und VCI vorliegt, wird die ATM-Zelle gelöscht.
- Einreihung der aufbereiteten ATM-Zellen in die Warteschlange zur Ausgabe für die Übertragung zur Cell-Bus Interfacebaugruppe 6.4.
- Übertragung der ATM-Zellen entsprechend der nachfolgenden Beschreibung an die Cell-Bus Interfacebaugruppe 6.4.

ATM-Zellen, die Verbindungen zuzuordnen sind, werden von den Verbindungsbaugruppen 6.10 über einen Datenbus 7.1 zur Cell-Bus Interfacebaugruppe 6.4 übertragen. Der Datenbus 7.1 (siehe Fig. 7) ist nicht identisch mit dem Datenbus 6.9 (siehe Fig. 6), da die Cell-Bus Interfacebaugruppe 6.4 für beide Übertra-



gungsrichtungen getrennte Datenbusse besitzt und die Übertragung von ATM-Zellen zwischen Cell-Bus Interfacebaugruppe 6.4 und Verbindungsbaugruppe 6.10 nicht mit den Sende- und Empfangsphasen korrelieren muß. Das Zugriffsverfahren für die Übertragung von einer Vielzahl von Verbindungsbaugruppen 6.10 zu der Cell-Bus Interfacebaugruppe 6.4 wird von der Cell-Bus Interfacebaugruppe 6.4 gesteuert, indem eine zyklische Abfrage der Verbindungsbaugruppen 6.10 erfolgt.

Die Teilnehmerfunkgeräte sind im fernmeldetechnischen Sinne als NT (Network Termination im allgemeinen Sinne, nicht spezifisch ISDN-bezogen) ausgeführt. Hierzu verfügt ein Teilnehmerfunkgerät über mindestens eine Teilnehmer-Interfacebaugruppe 8.1 (siehe Fig. 8), die auf der Teilnehmerseite eine dienstspezifische Schnittstelle 8.2 besitzt, die den Anschluß dienstspezifischer Endgeräte oder Endgerätekombinationen gestattet. Sofern die Teilnehmerseite kein ATM-Dienst ist, ist die Teilnehmer-Interfacebaugruppe 8.1 als Interworking Unit ausgeführt, die die Umsetzung STM-ATM und umgekehrt durchführt. Desweiteren verfügt ein Teilnehmerfunkgerät über mindestens eine Kanalbaugruppe 8.10, die einen physikalischen Kanal realisiert.

Im folgenden sind in der Fig. 8 nur die Elemente dargestellt und werden entsprechend beschrieben, die für die Senderichtung der Teilnehmerfunkstation relevant sind. ATM-Zellen, die Verbindungen zuzuordnen sind, werden von der/den Teilnehmer-Interfacebaugruppe(n) 8.1 über einen Datenbus 8.3 an eine Verbindungsbaugruppe 8.4 übertragen. Das Zugriffsverfahren für die Übertragung von einer Vielzahl von Teilnehmer-Interfacebaugruppe(n) 8.1 zu der Verbindungsbaugruppe 8.4 wird von der Verbindungsbaugruppe 8.4 gesteuert, indem eine zyklische Abfrage der Teilnehmer-Interfacebaugruppe(n) 8.1 erfolgt. Die Verbindungsbaugruppe 8.4 enthält einen Controller 8.5 und einen RAM0 8.7 für die Speicherung verbindungsrelevanter Daten, und einen RAM1 8.6, der als FIFO-Speicher (First In, First Out) organisiert ist. Verbindungsrelevante Daten können sowohl von Teilnehmer-Interfacebaugruppen 8.1 als auch von der Funkbasisstation übergeben werden. Diese Daten beinhalten:

- VPI und VCI der vom Datenbus 8.3 zu übernehmenden ATM-Zellen.
- VPI und VCI partiell gefüllter ATM-Zellen und den jeweiligen Füllungsgrad.
- VPI und VCI, bei welchen "Voice Activity Checking" erfolgen soll.
- Variable Teile der HIB 2.7 (siehe Fig. 2) zur Steuerung der Sendeleistung der Funkbasisstation.
- Anzahl, Nummern und zyklische Reihenfolge der zu belegenden Kanäle.

Der Controller 8.5 führt unter Verwendung der in dem RAM0 8.7 gespeicherten Daten folgende Funktionen aus:

- Übernahme von ATM-Zellen vom Datenbus 8.3 in einen RAM1 8.6.
- Adreßvergleich bei eingegangenen ATM-Zellen. Sofern keine Übereinstimmung mit den zugewiesenen und im RAM0 8.7 gespeicherten VPI und VCI vorliegt, wird die ATM-Zelle gelöscht.
- "Voice Activity Checking", soweit zutreffend. In Abhängigkeit vom Prüfungsergebnis ggf. Löschung des Payload der ATM-Zelle.
- Entfernung von Füllbits bei partiell gefüllten

Zellen, soweit zutreffend.

- Bildung der HIB und deren Einordnung vor den Header der ATM-Zelle.
- Einreihung der aufbereiteten ATM-Zelle in die Warteschlange zur Ausgabe für die Übertragung.
- Segmentierung der bearbeiteten ATM-Zellen entsprechend den vorgenannten Verfahrensvorschriften.
- Segmentierte Übergabe der ATM-Zellen entsprechend den vorgenannten Verfahrensvorschriften und der nachfolgenden Beschreibung an die Kanalbaugruppen 8.10.

Die Kanalbaugruppe(n) 8.10 enthalten je einen RAM2 8.12, einen Kanal-Controller 8.11 und ein Sendemodul 8.13. Die RAM2, die als FIFO-Speicher (First In, First Out) organisiert sind, besitzen eine Größe von 11 Byte und sind somit für die Aufnahme eines Segmentes geeignet. Die Übergabe der für die Aussendung bestimmten Segmente an die Kanalbaugruppen 8.10 erfolgt zeitsequentiell in der Empfangsphase derart, daß zum Beginn der Sendephase alle Kanalbaugruppen 8.10 synchron mit der Aussendung beginnen können. Zum Zwecke der Datenübergabe ist der RAM1 8.6 der Verbindungsbaugruppe 8.4 mit den RAM2 8.12 aller Kanalbaugruppen 8.10 über einen Datenbus 8.8 verbunden. Desweiteren ist der Controller 8.5 der Verbindungsbaugruppe 8.4 über einen Adreßbus 8.9 mit den Kanal-Controllern 8.11 aller Kanalbaugruppen 8.10 verbunden. Die Anzahl der Kanalbaugruppen 8.10 ist abhängig davon, wieviele physikalische Kanäle ein Teilnehmerfunkgerät maximal simultan nutzen soll. Die in den RAM2 8.12 gespeicherten Segmente werden mit Beginn der Sendephase synchron an die TX-Module 8.13 übergeben. Die Burst Preamble Bits 2.6, 2.10, ... (siehe Fig. 2) werden erst im TX-Modul 8.13 den Segmenten vorangestellt.

Im folgenden sind in einer Fig. 9 nur die Elemente dargestellt und werden entsprechend beschrieben, die für die Empfangsrichtung der Teilnehmerfunkstation relevant sind. Die Kanalbaugruppen 8.10 (siehe Fig. 8 und Fig. 9) enthalten für Empfangszwecke ein Empfangsmodul 9.4 und einen RAM3 9.3. Die RAM3, die als FIFO-Speicher (First In, First Out) organisiert sind, besitzen eine Größe von 11 Byte und sind somit für die Aufnahme eines Segmentes geeignet. Die Burst Preamble Bits 2.6, 2.10, ... (siehe Fig. 2) werden bereits im RX-Modul 7.4 von den Segmenten abgespalten. Die Übergabe der Segmente an den RAM4 9.2 (siehe Fig. 9) in der Verbindungsbaugruppe 8.4, der als FIFO-Speicher (First In, First Out) organisiert ist, erfolgt zeitsequentiell in der Sendephase. Hierfür werden, da ein alternierender Betrieb vorliegt, die gleichen Einrichtungen und der gleiche Algorithmus wie bei der Senderichtung benutzt. Die Modusumschaltung erfolgt durch ein nicht mit dargestelltes Steuersignal des Controllers 8.5 (siehe Fig. 8 und Fig. 9).

Der Controller 8.5 führt unter Verwendung der im RAM0 8.7 gespeicherten Daten folgende Funktionen aus:

- Übernahme der Segmente vom Datenbus 8.8 in den RAM4 9.2 entsprechend der vorgenannten Verfahrensvorschriften und Beschreibung.
- Reassemblierung der ATM-Zellen. Hierzu erfolgt entsprechend den Informationen in den HIB Ergänzung des Payload der Zellen, wenn bei partiell gefüllten Zellen Füllbits entfernt wurden oder



in Sprachpausen generell kein Payload übertragen wurde.

- Entfernung der HIB.
- Adreßvergleich bei eingegangenen ATM-Zellen. Sofern keine Übereinstimmung mit den zugewiesenen und im RAM 8.7 gespeicherten VPI und VCI vorliegt, wird die ATM-Zelle gelöscht.
- Einreihung der aufbereiteten ATM-Zellen in die Warteschlange zur Ausgabe für die Übertragung zu den Teilnehmer-Interfacebaugruppen 8.1.
- Übertragung der ATM-Zellen entsprechend der nachfolgenden Beschreibung an die Teilnehmer-Interfacebaugruppen 8.1.

ATM-Zellen, die Verbindungen zuzuordnen sind, werden von der Verbindungsbaugruppe 8.4 über einen Datenbus 9.1 zur Teilnehmer-Interfacebaugruppen 8.1 übertragen. Der Datenbus 9.1 (siehe Fig. 9) ist nicht identisch mit dem Datenbus 8.3 (siehe Fig. 8), da die Teilnehmer-Interfacebaugruppen 8.1 für beide Übertragungsrichtungen getrennte Datenbusse besitzen und die Übertragung von ATM-Zellen zwischen Teilnehmer-Interfacebaugruppen 8.1 und Verbindungsbaugruppe 8.4 nicht mit den Sende- und Empfangsphasen korrelieren muß. Das Zugriffsverfahren für die Übertragung von der Verbindungsbaugruppe 8.4 zu den Teilnehmer-Interfacebaugruppen 8.1 wird vom Controller 8.5 gesteuert, indem eine adreßabhängige Übertragung zu den der jeweiligen Adresse entsprechenden Teilnehmer-Interfacebaugruppen 8.1 erfolgt.

- (1) US Patent Number 52 65 119
  - (2) "Mobile Access to an ATM Network Using a CDMA Air Interface" (Mobiler Zugriff zu einem ATM-Netzwerk unter Nutzung einer CDMA Luftschnittstelle)/M. J. Mc. Tiffin, A. P. Hulbert, T. J. Ketseoglou, W. Heimsch, G. Crisp/IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 12, No. 5, June 1994
  - (3) "Mobile Multimedia Scenario Using ATM and Microcellular Technologies" (Mobile multimediale [Kommunikations-]scenerie unter Nutzung von ATM und Kleinzellentechnologie)/Raghvendra R. Gejji, Member IEEE/IEEE Transaction on Vehicular Technology, Vol. 43, No. 3, August 1994
  - (4) "Design Study for a CDMA-Based Third-Generation Mobile Radio System" (Studie zur Gestaltung eines auf CDMA basierenden Mobilfunksystems der dritten Generation)/Alfred Baier, Uwe Carsten, Wolfgang Granzow, Wolfgang Koch, Paul Teder, Jörn Thielecke/IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 12, No. 4, May 1994
  - (5) DP 195 06 893.9-31, Prüfungsantrag vom 20. 2. 1995 "Funkkommunikationssystem für multivalente Dienste unter Nutzung von ATM"
- US Patent Number 51 79571/US Patent Number 51 84347/US Patent Number 51 85762  
 US Patent Number 51 95090/US Patent Number 51 95091/US Patent Number 52 06882  
 US Patent Number 52 28053/US Patent Number 52 39557/US Patent Number 52 78892  
 US Patent Number 53 05308/DE 30 36 707/DE 30 36 739.

#### Patentansprüche

1. Multiplex-, Zugriffs- und Duplexverfahren für ein zelluläres Funkssystem, welches mit digitaler Über-

tragung arbeitet und stationären Funkteilnehmern den Zugang zu unterschiedlichen Kommunikationsnetzen, elektronischen Medien und Services (im weiteren als "Netze" bezeichnet) mit unterschiedlichen Übertragungsraten ermöglicht, und welches aus Überleiteinrichtung zu den Kommunikationsnetzen, Konzentrator- und/oder Vermittlungseinrichtung(en), zentraler Steuereinrichtung, Übertragungseinrichtung(en) zu einer oder mehreren Funkbasisstationen, den Funkbasisstationen und dienstespezifischen und/oder multivalenten Teilnehmerfunkgeräten besteht und bei welchem die Teilnehmerfunkgeräte als Netzabschluß und nicht als Endgeräte ausgeführt sind und entsprechend eine oder mehrere Teilnehmerschnittstellen besitzen, an welche vom Teilnehmer dienstesspezifische oder multimediale Endgeräte angeschlossen werden können, und bei welchem für alle Konzentrator-, Vermittlungs- und Übertragungsfunktionen inklusive Steuerung des Air Interface und die Systemsteuerung ATM (Asynchronous Transfer Mode) zur Anwendung kommt, dadurch gekennzeichnet, daß für das Air Interface ein CDM/CDMA Verfahren in Verbindung mit TDD (Time Division Duplex) Verwendung findet, bei welchem jede Codesequenz als ein Kanal gehandhabt wird, über welchen eine konstante Nettobitrate übertragen wird (physikalischer Kanal), welcher der Standardanwendung mit der niedrigsten Bitrate entspricht, und Verbindungen mit größeren Bitraten dadurch realisiert werden, daß für diese Verbindungen mehrere derartige physikalische Kanäle im Parallelbetrieb genutzt werden (logischer Kanal, Bearer), und bei welchem die Teilnehmerfunkgeräte mindestens eine und für höherrangige Verbindungen entsprechend dem geforderten Vervielfachungsfaktor eine entsprechende Anzahl von parallelen CDM/CDMA Empfangs-/Sendeeinrichtungen besitzen, und den Empfangs-/Sendeeinrichtungen der Teilnehmerfunkgeräte wahlfrei jede Codesequenz aus dem Vorrat der verfügbaren Codesequenzen zugewiesen werden kann.

2. Zelluläres Funksystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die von der ATM-Vermittlungseinrichtung in einer Funkbasisstation seriell eintreffenden ATM-Zellen für die Aussendung über das Air Interface derart aufbereitet werden, daß die Zellen nach logischen Kanälen (Verbindungen) getrennt und unabhängig von der Datenrate der Verbindung in jeweils einen Bereich eines ersten Pufferspeichers (RAM) geschrieben werden, welcher als FIFO-Speicher (First In, First Out) organisiert ist, und daß eine Steuereinrichtung vorhanden ist, die die Daten jedes Bereichs dieses ersten Pufferspeichers in den Eingangspufferspeicher des für die jeweilige Verbindung zur Nutzung zugewiesenen physikalischen Kanals überträgt, und die bei höherrangigen Verbindungen die Daten des entsprechenden Bereichs des ersten Pufferspeichers in einer vorzugebenden Quantelung und Reihenfolge zyklisch in die Eingangspufferspeicher mehrerer zugewiesener physikalischer Kanäle überträgt.

3. Zelluläres Funksystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufbereitung der von den Teilnehmerfunkgeräten empfangenen Daten für die Übertragung zur ATM-Vermittlungseinrichtung derart erfolgt, daß den Ausgängen der Emp-

fänger der physikalischen Kanäle Ausgangspuffer-  
speicher zugeordnet sind und eine Steuereinrich-  
tung die empfangenen Daten aus diesen Speichern  
in die Pufferspeicher der logischen Kanäle (Verbin-  
dungen) reziprok zu dem in Anspruch 2. beschrie-  
benen Verfahren überträgt.

4. Zellulares Funkssystem nach Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Anordnung von Puffer-  
speichern an den Eingängen der physikalischen Ka-  
näle genutzt wird, ein synchrones CDM zu realisie-  
ren, indem Codesequenzen gleicher Länge Ver-  
wendung finden und der Startpunkt und Chiptakt  
für die Aussendung der Codesequenzen in allen  
Kanäle identisch ist.

5. Zellulares Funkssystem nach Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, daß für das Air Interface TDD (Ti-  
me Division Duplex) Verwendung findet, bei wel-  
chem die Aussendungen der Funkbasisstation im  
Burstbetrieb erfolgen und in der Pause zwischen  
den Bursts die Teilnehmerfunkgeräte ihre Daten  
zur Funkbasisstation übertragen und zu diesem  
Zweck die Pause zwischen zwei Bursts um einen  
solchen Betrag länger als die Burstdauer ist, der  
mindestens der Summe aus der doppelten Laufzeit  
zwischen Funkbasisstation und Teilnehmerfunkge-  
rät bei der maximal projizierten Entfernung und  
den Umschaltzeiten von Empfangs- auf Sendebe-  
trieb in der Funkbasisstation und im Teilnehmer-  
funkgerät entspricht.

6. Zellulares Funkssystem nach Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, daß die mit einem Einzelburst  
übertragbare Anzahl von Bytes geringer als die  
Anzahl der Bytes eines ATM-Datenpaketes (53 By-  
te) ist und für die Übertragung eines Datenpaketes  
mehrere Burst benutzt werden und zu diesem  
Zweck jedem Datenpaket ein oder mehrere HIB  
(Header Identification Byte) vorangestellt werden,  
so daß eine ganzzahlige Teilung der Summe aus  
HIB und Pakettlänge durch die Anzahl der Burst für  
die Übertragung eines Paketes möglich ist.

7. Zellulares Funkssystem nach Anspruch 1 und 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß für beide Übertra-  
gungsrichtungen die Kanalsendeleistungen auf ei-  
nen Mindestpegel eingestellt werden, der zum ei-  
nen die geforderte BER (Bit Error Rate-Bitfehler-  
rate) gewährleistet und zum anderen einen mini-  
mierten Interferenzbeitrag in den anderen Kanälen  
erzeugt, und zu diesem Zweck das/die HIB (Header  
Identification Byte) in beiden Übertragungsrich-  
tungen dazu benutzt werden, um während einer  
aktiven Verbindung Daten zur Steuerung der Sen-  
deleistung der Gegenstelle zu übertragen und da-  
mit eine Feinjustierung der Sendeleistung mit ge-  
ringen Reaktionszeiten zu realisieren.

8. Zellulares Funkssystem nach Anspruch 1 und 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß von der Funkbasis-  
station der Startzeitpunkt der Aussendungen des  
Teilnehmerfunkgerätes so gesteuert wird, daß die  
Sendungen aller Teilnehmerfunkgeräte in der  
Funkbasisstation codesequenzsynchron eintreffen  
und dadurch ein quasi-synchrones CDMA realisiert  
wird, und zu diesem Zweck das/die HIB (Header  
Identification Byte) in der Übertragungsrichtung  
von der Funkbasisstation zum Teilnehmerfunkge-  
rät dazu benutzt werden, um während einer aktiven  
Verbindung Daten zur Steuerung des Startzeit-  
punktes der Aussendungen des Teilnehmerfunkge-  
rätes zu übertragen und damit eine Feinjustierung

zum Laufzeitausgleichs mit geringen Reaktionszei-  
ten zu realisieren.

9. Zellulares Funkssystem nach Anspruch 1 und 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß bei Übertragung von  
nur partiell gefüllten ATM-Datenpaketen die in  
den Datenpaketen enthaltenen Füllbits vor der  
Übertragung entfernt werden können und das/die  
HIB (Header Identification Byte) in beiden Über-  
tragungsrichtungen dazu benutzt werden, während  
einer aktiven Verbindung Daten zu übertragen, die  
aussagen, daß bei einem nur partiell gefüllten Da-  
tenpaket die Leerbits nicht übertragen werden und  
von der Gegenstelle wieder hinzuzufügen sind.

10. Zellulares Funkssystem nach Anspruch 1 und 6,  
dadurch gekennzeichnet, daß bei Übertragung von  
ATM-Datenpaketen, die zum Beispiel in Sprach-  
pausen nur eine Nullinformation enthalten, die  
Möglichkeit besteht, ausschließlich den Paketkopf  
zu übertragen und das/die HIB (Header Identifica-  
tion Byte) in beiden Übertragungsrichtungen dazu  
benutzt werden, während einer aktiven Verbin-  
dung Daten zu übertragen, die aussagen, daß nur  
ein Paketkopf übertragen wird und die fehlenden  
Nutzdaten von der Gegenstelle als Nullinformation  
wieder hinzuzufügen sind.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

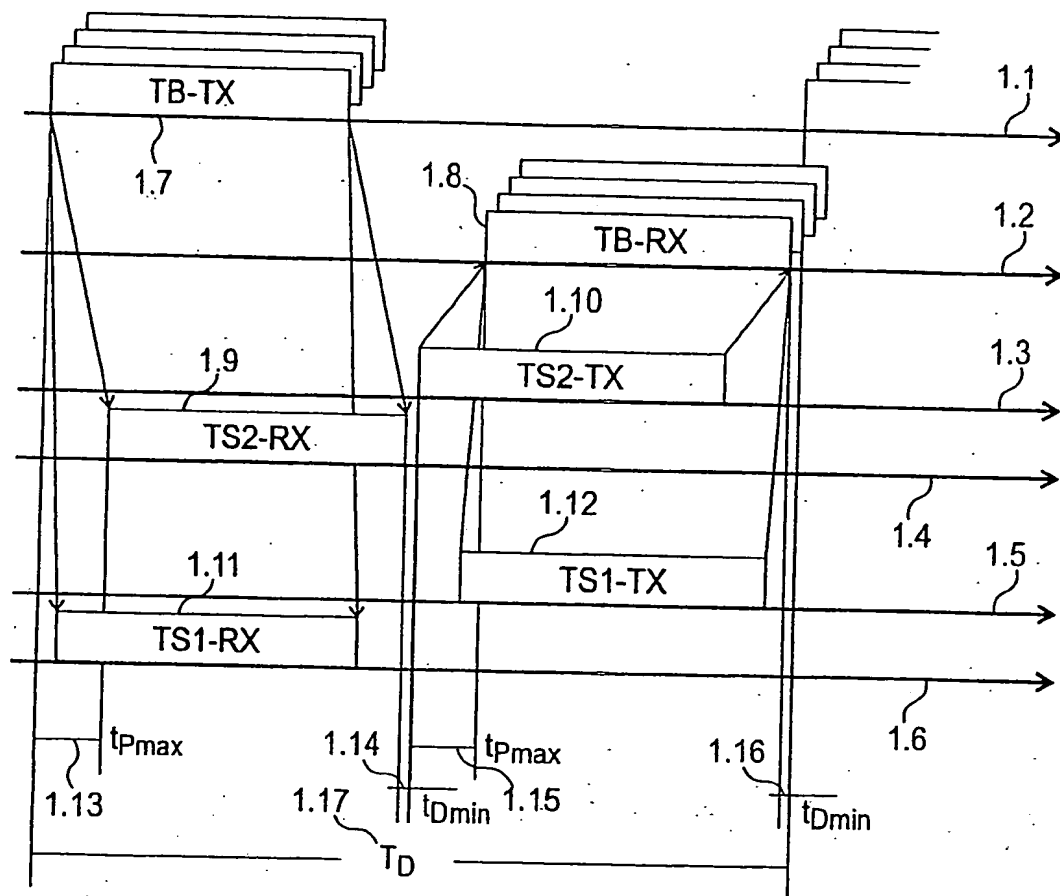


Fig. 1: TDD (Time Division Duplex) mit Laufzeitkompensation

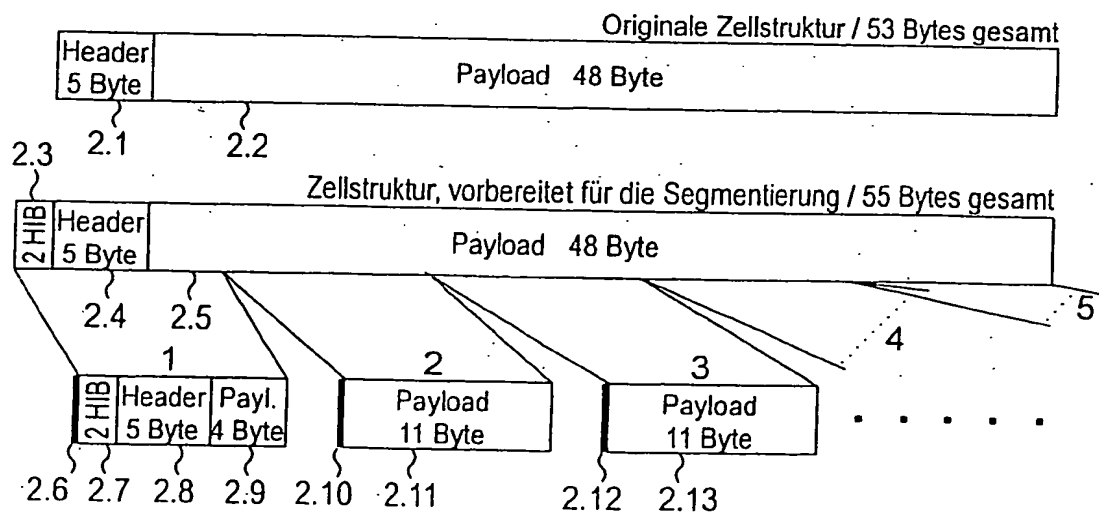


Fig. 2: Segmentierung von ATM-Zellen

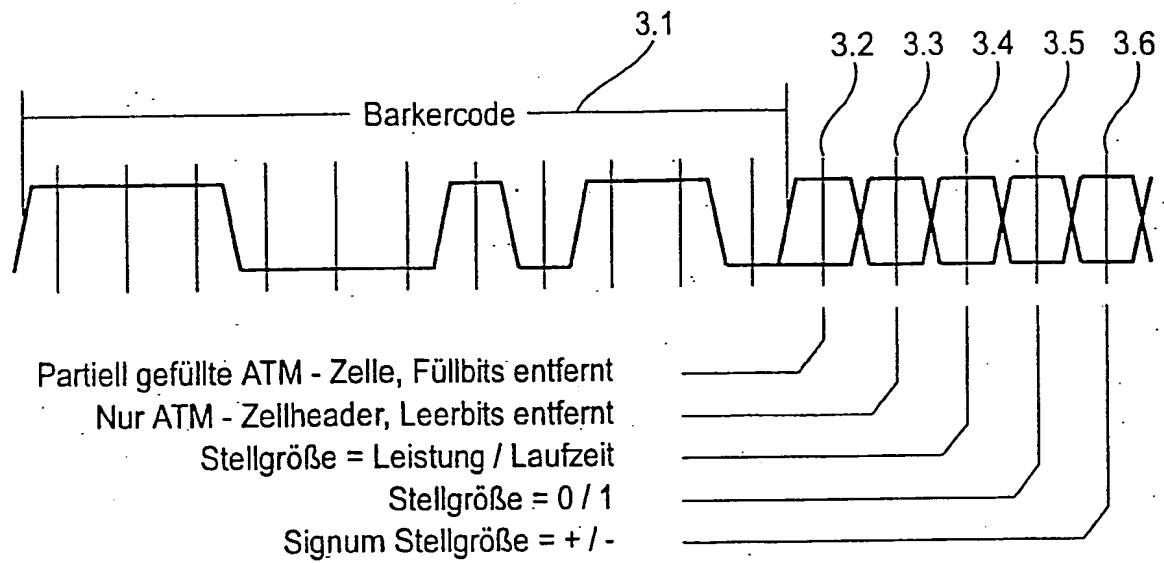


Fig. 3: HIB - Header Identification Bytes

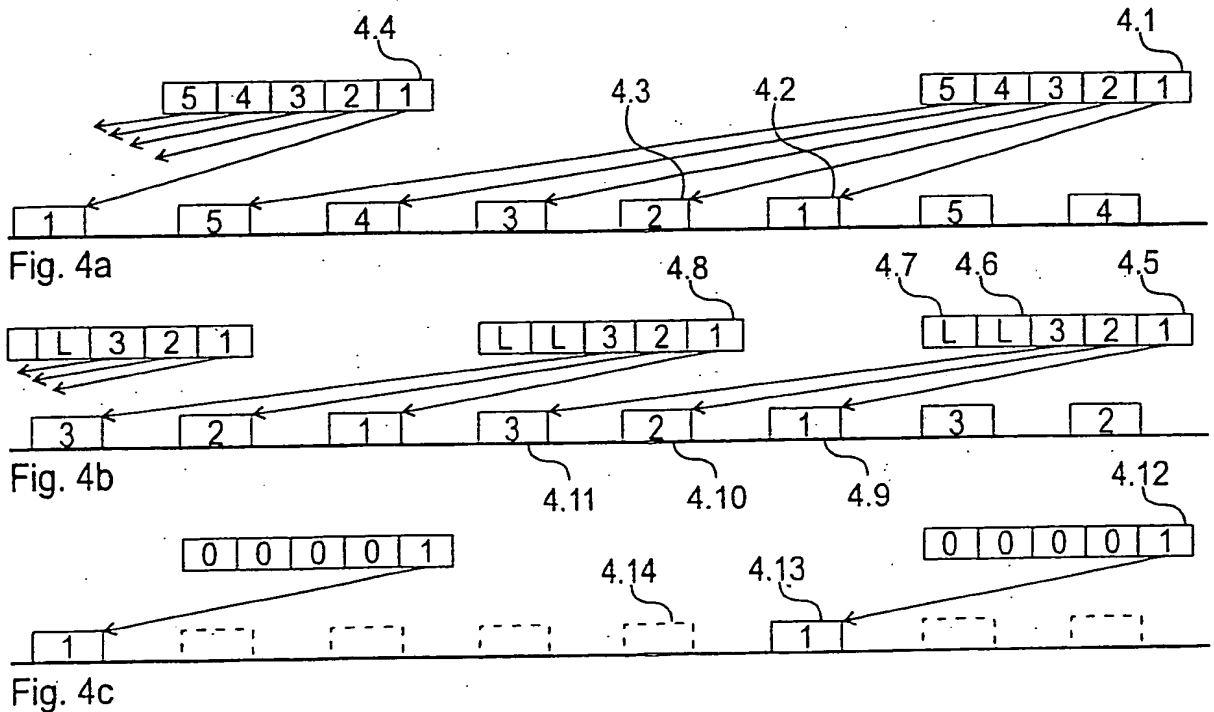


Fig. 4: Verbindung mit Standardübertragungsrate

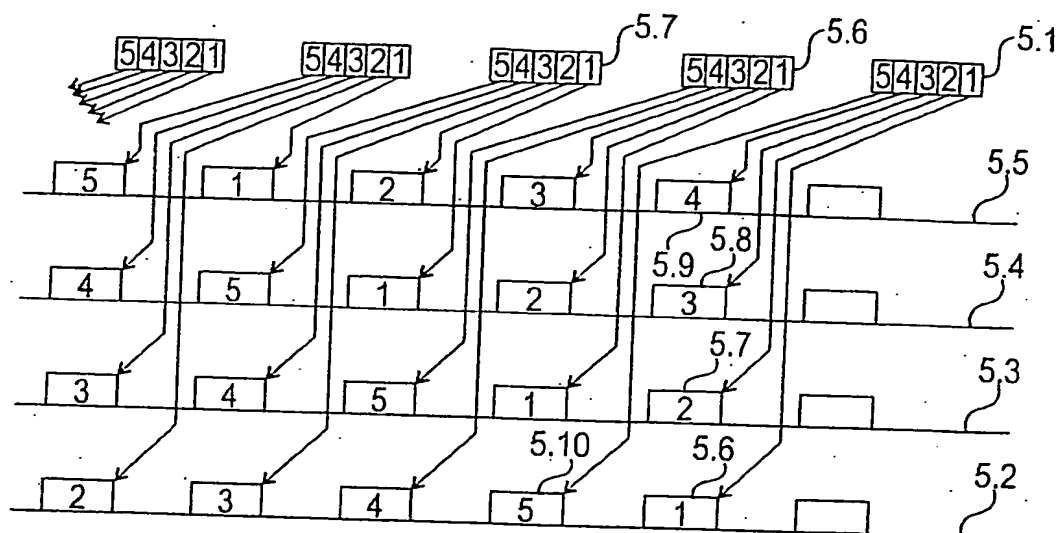


Fig. 5: Verbindung mit Vielfachem der Standardübertragungsrate

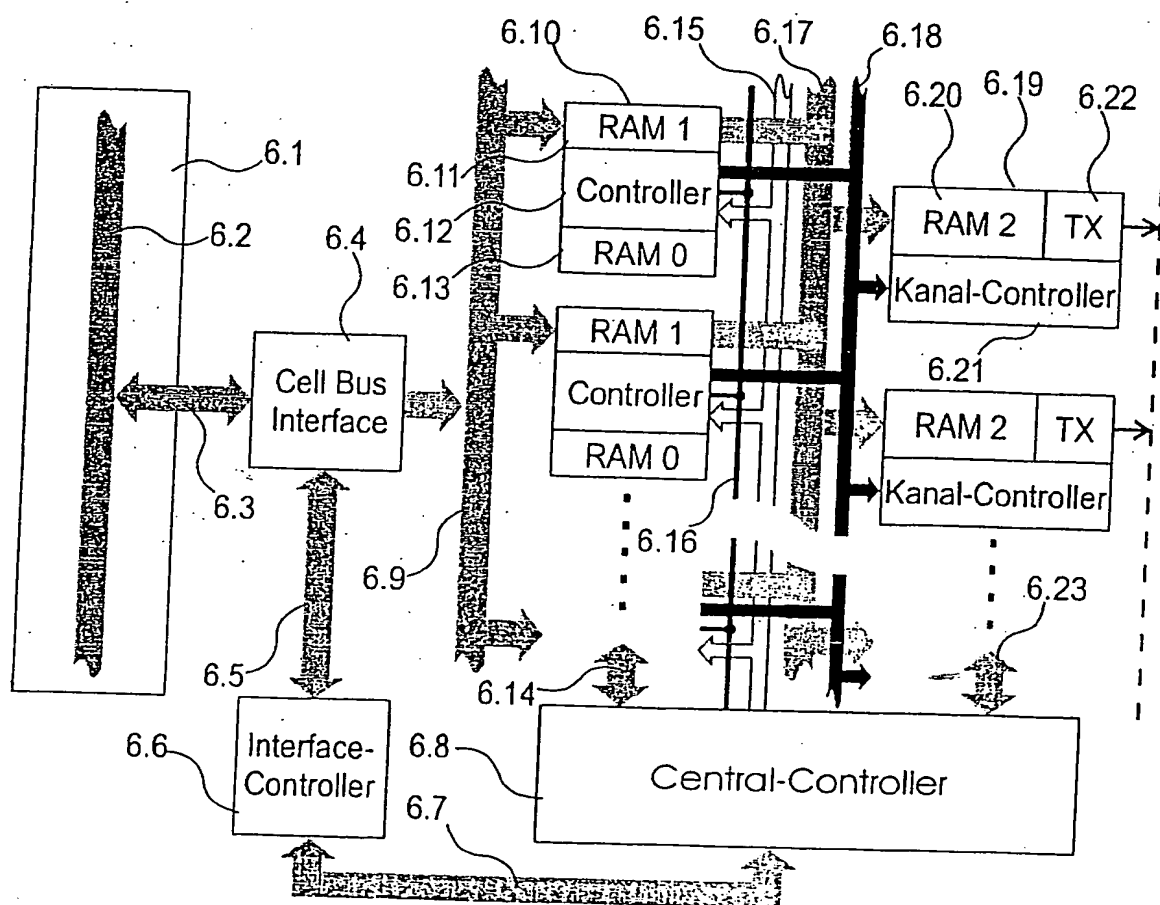


Fig. 6: ATM/CDM-Mapping für die Senderichtung der Basisstation

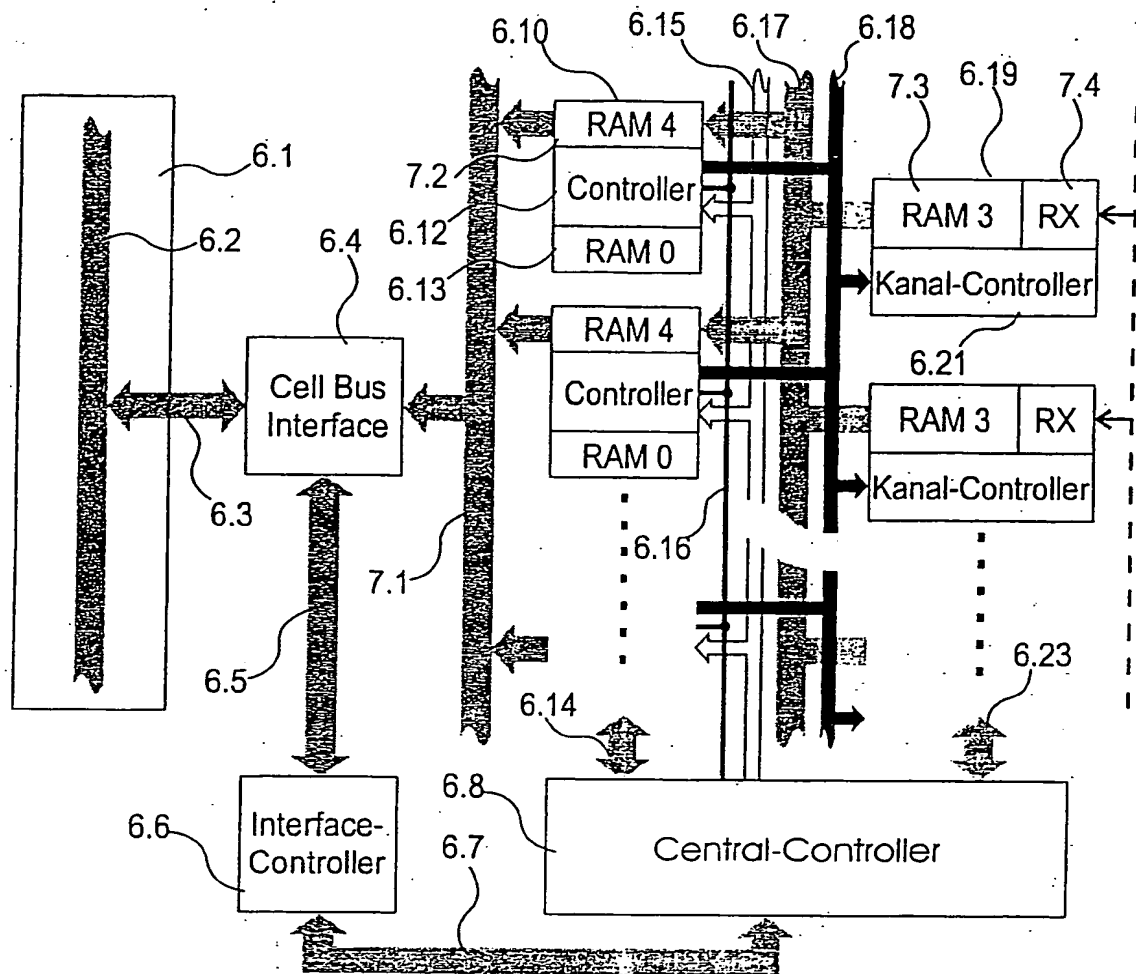


Fig. 7: CDM/ATM-Mapping für die Empfangsrichtung der Basisstation

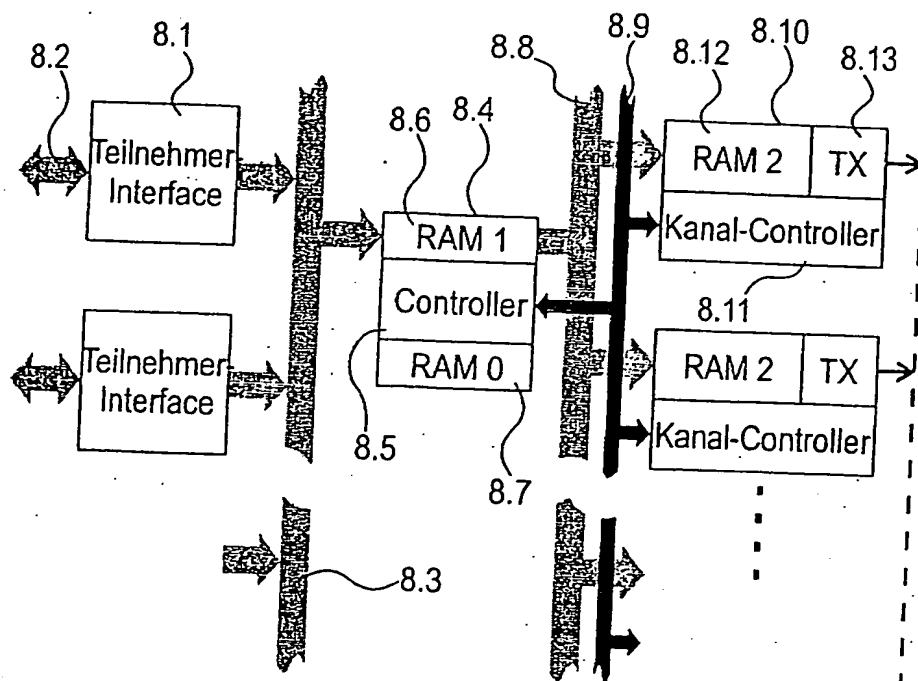


Fig. 8: ATM/CDM-Mapping für die Senderichtung der Teilnehmerfunkstation

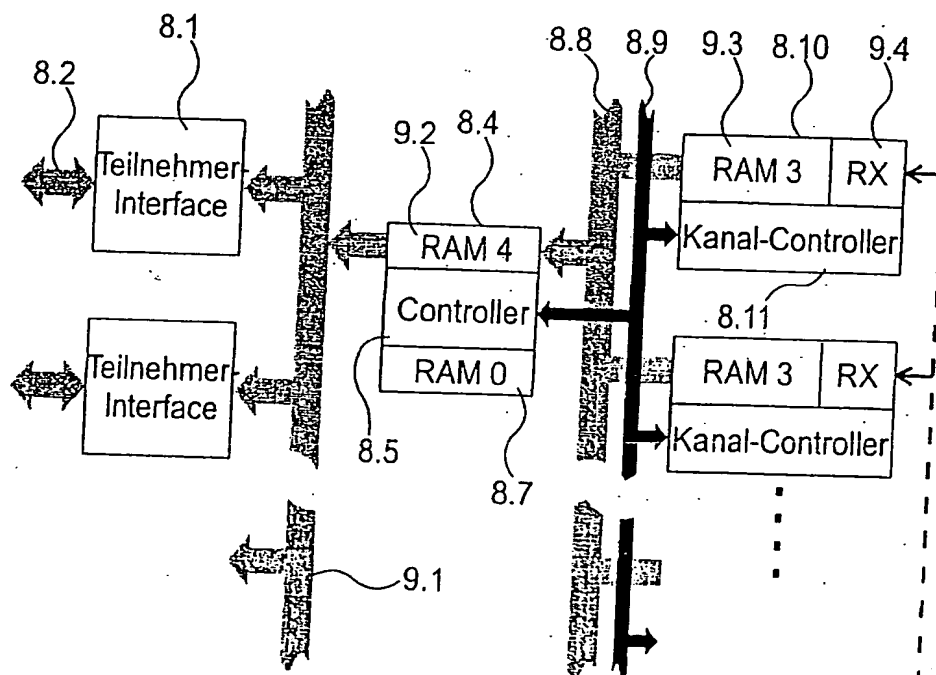


Fig. 9: CDM/ATM-Mapping für die Empfangsrichtung der Teilnehmerfunkstation